

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-170843

(P2001-170843A)

(43) 公開日 平成13年6月26日 (2001.6.26)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 2 3 Q 15/00

B 2 3 Q 15/00

K 5 H 2 6 9

G 0 5 B 19/4103

G 0 5 B 19/4103

J 5 H 3 0 3

G 0 5 D 3/00

G 0 5 D 3/00

Q

3/12

3 0 6

3/12

3 0 6 R

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願平11-359316

(22) 出願日

平成11年12月17日 (1999.12.17)

(71) 出願人 000107642

スター精密株式会社

静岡県静岡市中吉田20番10号

(72) 発明者 遠藤 延之

静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社内

(72) 発明者 栗原 成之

静岡県静岡市中吉田20番10号 スター精密株式会社内

(74) 代理人 100088155

弁理士 長谷川 芳樹 (外 3 名)

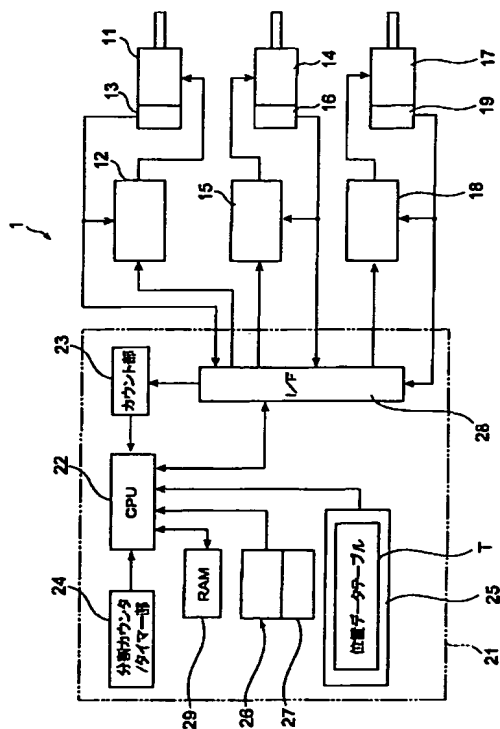
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工作機械の駆動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 位置データの記憶容量を増加させることなく、工具による被加工物の加工精度を向上することが可能な工作機械の駆動制御装置を提供すること。

【解決手段】 CPU 22は、主軸回転用モータ 11の累積回転数が位置データテーブル T に設定された累積回転数に到達する毎に、到達した累積回転数及び次に到達する累積回転数における被加工物及び工具の移動位置を位置データ記憶部 25 から読み出し、到達した累積回転数と次に到達する累積回転数との間の移動速度特性を位置データテーブル T における補助動作指令にしたがって移動速度特性記憶部 27 から読み出す。その後 CPU 22は、到達した累積回転数を始点とすると共に次に到達する累積回転数を終点として始点と終点との間を所定のタイミングにて分割して、読み出された被加工物及び工具の移動位置及び移動速度特性に基づいて分割された夫々のタイミングにおける、被加工物及び工具の移動位置を確定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被加工物を所定の軸を中心として回転させると共に、前記被加工物及び前記被加工物を加工する工具のうちの少なくともいずれか一方を移動させて、前記被加工物を所望の形状に加工するための工作機械の駆動制御装置であって、

前記所定の軸における所定回転角度毎に、基準タイミング信号を発生させる基準タイミング信号発生手段と、前記基準タイミング信号の発生回数をカウントする基準タイミング信号カウント手段と、

複数の異なる前記発生回数のカウント値毎に対応して夫々設定され、前記被加工物及び前記工具のうちの前記少なくともいずれか一方の移動位置をあらわす位置データを記憶する位置データ記憶手段と、

前記位置データのうちの 2 点間における前記被加工物及び前記工具のうちの前記少なくともいずれか一方の移動速度特性が記憶された移動速度特性記憶手段と、

前記基準タイミング信号カウント手段にてカウントされる前記基準タイミング信号の発生回数が前記カウント値に到達する毎に、到達した前記カウント値と次に到達する前記カウント値とに対応する位置データを前記位置データ記憶手段から読み出すと共に、到達した前記カウント値と次に到達する前記カウント値との間に対応する移動速度特性を前記移動速度特性記憶手段から読み出し、到達した前記カウント値と次に到達するカウント値との間を所定のタイミングにて分割して、読み出された前記位置データ及び移動速度特性に基づいて前記分割された夫々のタイミングにおける、前記被加工物及び前記工具のうちの前記少なくともいずれか一方の移動位置を確定する移動位置確定手段と、を備え、

前記移動位置確定手段にて確定した前記移動位置に基づいて、前記被加工物及び前記工具のうちの前記少なくともいずれか一方を移動させることを特徴とする工作機械の駆動制御装置。

【請求項 2】 前記工作機械は、前記被加工物及び前記工具のうちの前記少なくともいずれか一方を移動させる駆動モータ部を備えており、前記移動位置確定手段は、確定した前記移動位置を指令データとして、前記所定の軸の回転に対応して順次前記駆動モータ部に出力することを特徴とする請求項 1 に記載の工作機械の駆動制御装置。

【請求項 3】 前記工作機械は、前記被加工物及び前記工具のうちの前記少なくともいずれか一方を移動させる駆動モータ部を備えており、

前記移動位置確定手段は、確定した前記移動位置を指令データとして、前記分割されたタイミングにて順次前記駆動モータ部に出力することを特徴とする請求項 1 に記載の工作機械の駆動制御装置。

【請求項 4】 前記カウント値は、前記カウント値に対応して設定された前記位置データが、前記所望の形状に

おける変曲点、角部又は曲率変更点等の加工形状が変更される位置における前記移動位置をあらわすように規定されていることを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれか一項に記載の工作機械の駆動制御装置。

【請求項 5】 前記カウント値は、前記所望の形状における曲線部分を分割した分割位置における前記移動位置をあらわすように規定されていることを特徴とする請求項 1～請求項 4 のいずれか一項に記載の工作機械の駆動制御装置。

10 【請求項 6】 前記移動速度特性は、前記移動速度特性の終端近傍において、前記被加工物及び前記工具のうちの前記少なくともいずれか一方の移動速度が減速されるように、設定されていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか一項に記載の工作機械の駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、被加工物を所定の軸を中心として回転させると共に、被加工物及び被加工物を加工する工具のうちの少なくともいずれか一方を移動させて、被加工物を所望の形状に加工するための工作機械の駆動制御装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】この種の工作機械の駆動制御装置として、たとえば特開平 3 - 2 9 6 1 0 9 号公報に開示されたようなものが知られている。この特開平 3 - 2 9 6 1 0 9 号公報に開示された工作機械の駆動制御装置は、従来、機械要素であるカムによる制御であった工作機械の駆動制御を電子化したものであって、回転物に取付けられたパルスエンコーダと、パルスエンコーダが出力するパルス信号を読み込んで時々刻々の回転位置データを記憶する回転位置記憶手段と、回転物の単位回転位置毎に対応して夫々設定された移動軸の指令位置データを記憶する指令位置記憶手段とを備え、上述した回転位置データと指令位置データとから時々刻々の移動軸の移動指令データを生成すると共に、この移動指令データと上述した回転位置データとから回転物の回転速度に同期する移動軸の指令速度データを生成して、生成した移動指令データ及び指令速度データに基づいて工具の位置を制御するようにしている。

30 【0 0 0 3】また、同様な工作機械の駆動制御装置として、たとえば特許第 2 7 6 2 8 1 0 号公報に開示されたようなものも知られている。この特許第 2 7 6 2 8 1 0 号公報に開示された工作機械の駆動制御装置は、ある時刻におけるカム軸のカム位相を演算するカム位相演算手段と、カム位相に調整位相を加算し調整後カム位相を求める調整位相加算手段と、カム曲線を記憶するカム曲線メモリーと、カム曲線メモリーを参照して調整後カム位相に対応する軸位置を演算する位置参照手段と、軸位置に移動比率を乗算して比率後位置を求める移動比率乗算手段と、比率後位置に調整移動量を加算して最終指令位

置を求める調整移動量加算手段とを備え、調整移動量加算手段にて求められた最終指令位置に基づいて工具の位置を制御するようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平3-296109号公報に開示されたような駆動制御装置では、指令位置記憶手段としてRAM等のメモリーに、回転物の単位回転位置毎に対応して夫々設定された移動軸の指令位置データを記憶する、すなわち所望の加工形状に関わる多数の位置データを全て記憶する必要がある、メモリーの記憶容量が大きくなってしまふ。また、工具による被加工物の加工精度を高めるためには、上述した単位回転位置を細かく設定して位置データの数を更に増やす必要があり、記憶容量が大幅に増加することにもなる。

【0005】一方、特許第2762810号公報に開示されたような駆動制御装置は、機械要素としてのカム形状をあらわすカム位置（半径）を、カム位相とカム位置とのテーブルとしてメモリー（カム曲線メモリー）に記憶させたものにすぎず、たとえばカムと工具（バイト）との間のリンク機構、工具（バイト）の長さ調節機構等を考慮するための演算を実行して、メモリー（カム曲線メモリー）に記憶されたカム位置（半径）から工具の移動位置を求める必要がある。また、上述したテーブルにおいては、カム位相が所定の不等間隔で設定されているものの、 $m-1$ 番目のカム位相と m 番目のカム位相との間は、 $m-1$ 番目のカム位相に対応するカム位置と m 番目のカム位相に対応するカム位置を比例配分してカム位置を求めるようにしているので、 $m-1$ 番目のカム位相と m 番目のカム位相との間では工具の移動速度を変化させることができず、工具による被加工物の加工精度を高めることに限界がある。

【0006】本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、位置データの記憶容量を増加させることなく、工具による被加工物の加工精度を向上することが可能な工作機械の駆動制御装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明に係る工作機械の駆動制御装置は、被加工物を所定の軸を中心として回転させると共に、被加工物及び被加工物を加工する工具のうちの少なくともいずれか一方を移動させて、被加工物を所望の形状に加工するための工作機械の駆動制御装置であって、所定の軸における所定回転角度毎に、基準タイミング信号を発生させる基準タイミング信号発生手段と、基準タイミング信号の発生回数をカウントする基準タイミング信号カウント手段と、複数の異なる発生回数のカウント値毎に対応して夫々設定され、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動位置をあらわす位置データを記憶する位置データ記憶手段と、位置データのうちの2点間における被加工物及び工具のうちの

の少なくともいずれか一方の移動速度特性が記憶された移動速度特性記憶手段と、基準タイミング信号カウント手段にてカウントされる基準タイミング信号の発生回数がカウント値に到達する毎に、到達したカウント値と次に到達するカウント値とに対応する位置データを位置データ記憶手段から読み出すと共に、到達したカウント値と次に到達するカウント値との間に対応する移動速度特性を移動速度特性記憶手段から読み出し、到達したカウント値と次に到達するカウント値との間を所定のタイミングにて分割して、読み出された位置データ及び移動速度特性に基づいて分割された夫々のタイミングにおける、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動位置を確定する移動位置確定手段と、を備え、移動位置確定手段にて確定した移動位置に基づいて、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方を移動させることを特徴としている。

【0008】本発明に係る工作機械の駆動制御装置では、上述したように、基準タイミング信号発生手段、基準タイミング信号カウント手段、位置データ記憶手段、移動速度特性記憶手段及び移動位置確定手段を備えており、特に、移動位置確定手段が、基準タイミング信号カウント手段にてカウントされる基準タイミング信号の発生回数がカウント値に到達する毎に、到達したカウント値と次に到達するカウント値とに対応する位置データを位置データ記憶手段から読み出すと共に、到達したカウント値と次に到達するカウント値との間に対応する移動速度特性を移動速度特性記憶手段から読み出し、到達したカウント値と次に到達するカウント値との間を所定のタイミングにて分割して、読み出された位置データ及び移動速度特性に基づいて分割された夫々のタイミングにおける、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動位置を確定するので、到達したカウント値を始点として、また、次に到達するカウント値を終点として、この始点と終点との間に対応する加工形状を直線区間として近似することになる。したがって、位置データ記憶手段には上述した始点（到達したカウント値）と終点（次に到達するカウント値）に対応する位置データを記憶させておけばよいので、上述した従来の技術のように、加工形状に関わる多数の位置データを全て記憶する必要はなく、位置データ記憶手段における位置データの記憶容量を大幅に削減することができる。また、位置データ記憶手段には、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動位置をあらわす位置データが記憶されているので、上述した従来の技術のように、リンク機構、長さ調節機構等を考慮するための演算が必要なく、分割された夫々のタイミングにおける、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動位置を速やかに確定することができる。更に、始点と終点の間に対応する加工形状を直線区間として近似して、この直線区間内における被加工物及び工具のうちの少なくとも

いずれか一方の移動速度が移動速度特性記憶手段に記憶された移動速度特性にしたがって制御されるので、被加工物における始点（到達したカウント値）と終点（次に到達するカウント値）との間に対応する部分を加工するときに、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動速度を移動速度特性に基づいて適切に変化させることが可能となり、工具による被加工物の加工精度を向上することができる。

【0009】また、工作機械は、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方を移動させる駆動モータ部を備えており、移動位置確定手段は、確定した移動位置を指令データとして、所定の軸の回転に対応して順次駆動モータ部に出力することが好ましい。このように、移動位置確定手段が、確定した移動位置を指令データとして、所定の軸の回転に対応して順次駆動モータ部に出力することにより、たとえば、所定の軸の回転に変動が生じた場合においても、この回転変動を加味した状態で確定した移動位置が指令データとして駆動モータ部に出力されることになる。このため、工具による被加工物の加工精度をより一層向上することができる。

【0010】また、工作機械は、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方を移動させる駆動モータ部を備えており、移動位置確定手段は、確定した移動位置を指令データとして、分割されたタイミングにて順次駆動モータ部に出力することが好ましい。このように、移動位置確定手段が、確定した移動位置を指令データとして、分割されたタイミングにて順次駆動モータ部に出力することにより、確定した移動位置を指令データとして駆動モータ部に出力し得る構成を極めて簡易なもので実現可能となる。

【0011】また、カウント値は、カウント値に対応して設定された位置データが、所望の形状における変曲点、角部又は曲率変更点等の加工形状が変更される位置における移動位置をあらわすように規定されていることが好ましい。このように、カウント値が、カウント値に対応して設定された位置データが、所望の形状における変曲点、角部又は曲率変更点等の加工形状が変更される位置における移動位置をあらわすように規定されることにより、被加工物の加工形状における直線部分を分割することが抑制されて、所望の形状における変曲点、角部又は曲率変更点等の加工形状が変更される位置を始点あるいは終点として設定されることになり、位置データ記憶手段における位置データの記憶容量をより一層大幅に削減することができる。

【0012】また、カウント値は、所望の形状における曲線部分を分割した分割位置における移動位置をあらわすように規定されていることが好ましい。このように、カウント値が、所望の形状における曲線部分を分割した分割位置における移動位置をあらわすように規定されることにより、被加工物の加工形状に曲線部分が存在する

場合においても、始点と終点との間に対応する加工形状を直線区間として近似することが可能となり、曲線部分においても加工精度を犠牲にすることなく良好に被加工物を加工することができる。

【0013】また、移動速度特性は、移動速度特性の終端近傍において、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動速度が減速されるように、設定されていることが好ましい。このように、移動速度特性が、移動速度特性の終端近傍において、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動速度が減速されるように設定されることにより、加工形状における終点に対応する位置近傍において移動速度が減速されることになり、加工を継続しながら精度良い加工を行うことが可能となる。この結果、加工時間の増加を抑制することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明による工作機械の駆動制御装置の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0015】図1は、本発明の実施形態に係る工作機械の駆動制御装置を示すブロック図である。図1において、工作機械1は、主軸回転用モータ11、工具移動用モータ14、被加工物移動用モータ17及び各モータ11、14、17の駆動を制御するための制御ユニット部21を有している。主軸回転用モータ11は、被加工物が保持可能に構成された主軸（図示せず）を回転駆動させるためのもので、主軸回転用モータ駆動部12を介して制御ユニット部21に接続されている。また、主軸回転用モータ11には、主軸回転用モータ11の回転を検出するパルスエンコーダ13が設けられている。このパルスエンコーダ13の出力は制御ユニット部21及び主軸回転用モータ駆動部12に接続されており、パルスエンコーダ13の回転検出信号が制御ユニット部21及び主軸回転用モータ駆動部12に入力される。パルスエンコーダ13は、主軸回転用モータ11（主軸）の所定回転角度毎に、基準タイミング信号としての回転検出信号を発生して、制御ユニット部21及び主軸回転用モータ駆動部12に出力する。ここで、パルスエンコーダ13は、各請求項における基準タイミング信号発生手段を構成している。また、主軸回転用モータ11（主軸）の回転中心軸が、各請求項における所定の軸を構成している。主軸回転用モータ駆動部12は、後述する制御ユニット部21から出力される主軸回転速度指令信号に基づいて主軸回転用モータ11への供給電力を制御すると共に、入力されるパルスエンコーダ13の回転検出信号が入力されることにより、主軸回転用モータ11への供給電力をフィードバック制御するように構成されている。

【0016】工具移動用モータ14は、被加工物を加工するための工具を、たとえば主軸回転用モータ11（主軸）の回転中心軸に対して直交する方向（X軸方向）に

移動させるためのもので、工具移動用モータ駆動部 1 5 を介して制御ユニット部 2 1 に接続されている。また、工具移動用モータ 1 4 には、工具移動用モータ 1 4 の回転を検出するパルスエンコーダ 1 6 が設けられている。このパルスエンコーダ 1 6 の出力は制御ユニット部 2 1 及び工具移動用モータ駆動部 1 5 に接続されており、パルスエンコーダ 1 6 の回転検出信号が制御ユニット部 2 1 及び工具移動用モータ駆動部 1 5 に入力される。パルスエンコーダ 1 6 は、工具移動用モータ 1 4 の所定回転角度毎に回転検出信号を発生して、制御ユニット部 2 1 及び工具移動用モータ駆動部 1 5 に出力する。工具移動用モータ駆動部 1 5 は、後述する制御ユニット部 2 1 から出力される工具位置指令信号に基づいて工具移動用モータ 1 4 への供給電力を制御すると共に、入力されるパルスエンコーダ 1 6 の回転検出信号が入力されることにより、工具移動用モータ 1 4 への供給電力をフィードバック制御するように構成されている。ここで、工具移動用モータ 1 4 及び工具移動用モータ駆動部 1 5 は、各請求項における駆動モータ部を構成している。

【0 0 1 7】被加工物移動用モータ 1 7 は、被加工物を、たとえば主軸回転用モータ 1 1 (主軸) の回転中心軸に対して平行な方向 (Z 軸方向) に移動させるためのもので、被加工物移動用モータ駆動部 1 8 を介して制御ユニット部 2 1 に接続されている。また、被加工物移動用モータ 1 7 には、被加工物移動用モータ 1 7 の回転を検出するパルスエンコーダ 1 9 が設けられている。このパルスエンコーダ 1 9 の出力は制御ユニット部 2 1 及び被加工物移動用モータ駆動部 1 8 に接続されており、パルスエンコーダ 1 9 の回転検出信号が制御ユニット部 2 1 及び被加工物移動用モータ駆動部 1 8 に入力される。パルスエンコーダ 1 9 は、被加工物移動用モータ 1 7 の所定回転角度毎に回転検出信号を発生して、制御ユニット部 2 1 及び被加工物移動用モータ駆動部 1 8 に出力する。被加工物移動用モータ駆動部 1 8 は、後述する制御ユニット部 2 1 から出力される被加工物位置指令信号に基づいて被加工物移動用モータ 1 7 への供給電力を制御すると共に、入力されるパルスエンコーダ 1 9 の回転検出信号が入力されることにより、被加工物移動用モータ 1 7 への供給電力をフィードバック制御するように構成されている。ここで、被加工物移動用モータ 1 7 及び被加工物移動用モータ駆動部 1 8 は、各請求項における駆動モータ部を構成している。

【0 0 1 8】図 2 は、工作機械 1 における、被加工物 2 の加工 (切削加工) 動作の一例を説明するための図であり、軸状の被加工物 2 は、図 2 に示されるように、主軸回転用モータ 1 1 により主軸回転用モータ 1 1 (主軸) の回転中心軸 1 回り (図 2 中矢印 A 方向) に回転すると共に、被加工物移動用モータ 1 7 により主軸回転用モータ 1 1 の回転中心軸 1 と平行な方向 (図 2 中矢印 C 方向) に移動することになる。また、工具 3 は、工具移動

用モータ 1 4 により主軸回転用モータ 1 1 の回転中心軸 1 と直交する方向 (図 2 中矢印 B 方向) に移動することになり、被加工物 2 を所望の形状に加工する。図 2 に示された被加工物 2 の加工動作は、いわゆるスイス型工作機械によるものである。なお、図 2 においては、矢印 B 方向が上述した X 軸方向となり、矢印 C 方向が上述した Z 軸方向となる。

【0 0 1 9】制御ユニット部 2 1 は、図 1 に示されるように、CPU 2 2、カウント部 2 3、分割カウンタ/タイマー部 2 4、位置データ記憶手段としての位置データ記憶部 2 5、ROM 2 6、インターフェース部 2 8、RAM 2 9 等を有している。CPU 2 2 は、制御ユニット部 2 1 全体の信号処理等をつかさどる演算部であり、各請求項における移動位置確定手段を構成するものである。カウント部 2 3 は、インターフェース部 2 8 に接続されており、パルスエンコーダ 1 3 から出力された回転検出信号がインターフェース部 2 8 を介して入力され、この入力された回転検出信号の発生回数をカウントするように構成されている。また、カウント部 2 3 は、CPU 2 2 にも接続されており、パルスエンコーダ 1 3 から出力された回転検出信号の発生回数をカウントした結果を CPU 2 2 に出力するようにも構成されている。ここで、カウント部 2 3 は各請求項における基準タイミング信号カウント手段を構成している。分割カウンタ/タイマー部 2 4 は、所定の周期、たとえば 4 ミリ秒周期のタイミング信号を生成して出力するように構成されており、分割カウンタ/タイマー部 2 4 にて生成された 4 ミリ秒周期のタイミング信号は CPU 2 2 に出力される。なお、タイミング信号の周期は上述した 4 ミリ秒に限られることなく、CPU 2 2 の処理能力、パルスエンコーダ 1 3 の分解能、各モータ 1 1、1 4、1 7 の性能等を考慮して適宜設定可能である。

【0 0 2 0】位置データ記憶部 2 5 は、カウント部 2 3 にてカウントされた回転検出信号の発生回数のカウント値のうち、複数の異なるカウント値毎に対応して、被加工物 2 の移動位置をあらわす被加工物位置データと、工具 3 の移動位置をあらわす工具位置データと、を記憶するもので、RAM 等のメモリーにより構成されている。位置データ記憶部 2 5 においては、上述した被加工物位置データ及び工具位置データ等が、図 3 に示されるような位置データテーブル T の形で記憶されている。なお、図 3 に示される位置データテーブル T においては、回転検出信号の発生回数のカウント値そのものを用いる代わりに、このカウント値から求められる主軸回転用モータ 1 1 (主軸) の累積回転数 (θ) を用いるようにしている。もちろん、カウント値そのものを用いるようにしてもよい。

【0 0 2 1】位置データテーブル T では、図 3 に示されるように、主軸回転用モータ 1 1 の累積回転数 (θ) が所定の値のときの被加工物位置データとして被加工物 2

の移動位置 (Z_p) が、また、主軸回転用モータ 1 1 の累積回転数 (θ) が所定の値のときの工具位置データとして工具 3 の移動位置 (X_p) が、それぞれ異なる複数の累積回転数 (θ) 毎に対応して設定されており、たとえば累積回転数 (θ) が「2 0 0」ときの被加工物 2 の移動位置 (Z_p) が「1」及び工具 3 の移動位置 (X_p) が「2」というように設定されている。また、位置データテーブル T には、補助動作指定として主軸回転用モータ 1 1 の累積回転数 (θ) が所定の値から次の所定の値となるまでの工具 3 の移動速度特性が設定されており、たとえば累積回転数 (θ) が「2 0 0」から「3 5 0」までの間の被加工物 2 及び工具 3 の移動速度が後述する「サイン曲線」特性にしたがって変化するように移動速度特性が設定されている。なお、補助動作指定として、上述した被加工物 2 及び工具 3 の移動速度特性の他に、主軸回転用モータ 1 1 (主軸) の回転速度特性等を設定するようにしてもよく、また、被加工物 2 の移動速度特性と工具 3 の移動速度特性とを夫々別個に設定するようにしてもよい。位置データ記憶部 2 5 は、CPU 2 2 に接続されており、記憶されている被加工物 2 の移動位置 (Z_p) が被加工物位置データとして、また、工具 3 の移動位置 (X_p) が工具位置データとして、CPU 2 2 に読み出されることになる。

【0 0 2 2】図 3 に示された位置データテーブル T は、たとえば図 8 に示されるような、被加工物 2 の Z 軸方向での移動位置の軌跡及び工具 3 の X 軸方向での移動位置の軌跡を実現するように設定されている。図 8 (a) は、主軸回転用モータ 1 1 (主軸) の累積回転数 (θ) に対する被加工物 2 の Z 軸方向での移動位置の軌跡を示している。累積回転数 (θ) が「2 0 0」から「3 5 0」に達する間において、被加工物 2 は、数値「1」から数値「3」に移動する。また、累積回転数 (θ) が「3 5 0」から「6 0 0」に達する間において、被加工物 2 は、数値「3」から数値「7」に移動する。図 8

(b) は、主軸回転用モータ 1 1 (主軸) の累積回転数 (θ) に対する工具 3 の X 軸方向での移動位置の軌跡を示している。累積回転数 (θ) が「2 0 0」から「3 5 0」に達する間においては、工具 3 は、数値「2」のまま移動しない。また、累積回転数 (θ) が「3 5 0」から「6 0 0」に達する間において、被加工物 2 は、数値「2」から数値「4」に移動する。上述したような移動位置の軌跡にしたがって被加工物 2 及び工具 3 が移動することにより、被加工物 2 は図 8 (c) に示されるような形状に加工 (切削) されることになる。累積回転数 (θ) が「2 0 0」から「3 5 0」に達する間において、図 8 (c) における E 1 地点から E 2 地点までが加工されることになり、累積回転数 (θ) が「3 5 0」から「6 0 0」に達する間において、E 2 地点から E 3 地点のまでが加工されることになる。なお、本実施形態においては、主軸回転用モータ 1 1 (主軸) の回転速度

は、累積回転数 (θ) が「2 0 0」から「3 5 0」に達する間 (E 1 地点から E 2 地点までの加工区間)、及び、累積回転数 (θ) が「3 5 0」から「6 0 0」に達する間 (E 2 地点から E 3 地点までの加工区間) において、それぞれ定められた一定の値に保持されている。また、主軸回転用モータ 1 1 (主軸) の回転速度は、被加工物 2 の材質等に応じて適宜設定可能である。

【0 0 2 3】図 3 に示された位置データテーブル T において、被加工物 2 の移動位置 (Z_p) 及び工具 3 の移動位置 (X_p) が設定されている主軸回転用モータ 1 1 (主軸) の累積回転数 (θ) は、図 8 (c) に示されるように、加工される形状における変曲点、角部又は曲率変更点等の加工形状が変更される位置 (E 1, E 2, E 3 等) に対応する累積回転数 (θ) とされており、被加工物 2 の移動位置 (Z_p) 及び工具 3 の移動位置 (X_p) は、上述したような加工形状が変更される位置 (E 1, E 2, E 3 等) における移動位置をあらわすように規定されている。これにより、被加工物 2 の加工形状における直線部分を分割することが抑制されて、所望の形状における変曲点、角部又は曲率変更点等の加工形状が変更される位置を始点あるいは終点として設定されることになり、位置データ記憶部 2 5 における被加工物位置データ及び工具位置データの記憶容量をより一層大幅に削減することができる。

【0 0 2 4】ROM 2 6 は、各種処理プログラムを記憶する記憶部であって、その一部が、被加工物 2 及び工具 3 の移動速度特性が記憶された移動速度特性記憶部 2 7 を構成している。移動速度特性記憶部 2 7 には、図 4 ~ 図 6 に示されるような特性の移動速度特性がデータテーブルあるいは関数式等の形で、複数記憶されている。移動速度特性記憶部 2 7 (ROM 2 6) は、CPU 2 2 に接続されており、記憶されている移動速度特性が CPU 2 2 に読み出されることになる。ここで、移動速度特性記憶部 2 7 は、各請求項における移動速度特性記憶手段を構成している。

【0 0 2 5】まず、図 4 に基づいて、移動速度特性の一つである「サイン曲線」特性を説明する。「サイン曲線」特性は、図 4 (a) にあらわされるような加工時間と移動速度との関係を有する。加工時間が t_0 から t_1 までの区間は、加速区間として被加工物 2 あるいは工具 3 の移動速度が V_0 から V_1 まで増加するように設定される。加工時間が t_1 から t_2 までの区間は、定速区間として被加工物 2 あるいは工具 3 の移動速度が V_1 にて一定となるように設定される。加工時間が t_2 から t_3 までの区間は、減速区間として被加工物 2 あるいは工具 3 の移動速度が V_1 から V_0 まで減少するように設定される。 t_0 から t_1 までの加速区間の時間幅、及び、 t_2 から t_3 までの減速区間の時間幅は、 t_0 から t_3 までの区間の時間幅の $1/8$ となるように設定される。図 4 (a) に示された「サイン曲線」特性にしたがって被加工物 2 あるいは

は工具 3 の移動速度が制御された場合には、図 4 (b) に示されるように、被加工物 2 あるいは工具 3 の移動位置が変位することになる。図 4 (b) は、加工時間と移動位置変位との関係をあらわす線図である。上述した「サイン曲線」特性は、所定の加工区間を迅速に加工する場合の移動速度特性として適している。すなわち、移動速度特性の終端近傍である t_2 から t_3 まで区間を減速区間として、被加工物 2 あるいは工具 3 の移動速度が減速されるように設定されることにより、所定の加工区間における終点に対応する移動位置近傍において移動速度が減速されることになり、加工を継続しながら精度良い加工を行うことが可能となり、加工時間の増加を抑制することができる。

【0026】次に、図 5 に基づいて、移動速度特性の一つである「等速度曲線」特性を説明する。「等速度曲線」特性は、図 5 (a) にあらわされるような加工時間と移動速度との関係を有する。加工時間が t_0 から t_4 までの区間は、定速区間として被加工物 2 あるいは工具 3 の移動速度が V_2 にて一定となるように設定される。図 5 (a) に示された「等速度曲線」特性にしたがって被加工物 2 あるいは工具 3 の移動速度が制御された場合には、図 5 (b) に示されるように、被加工物 2 あるいは工具 3 の移動位置が変位することになる。図 5 (b) は、図 4 (b) と同様に、加工時間と移動位置変位との関係をあらわす線図である。

【0027】最後に、図 6 に基づいて、移動速度特性の一つである「等加速度曲線」特性を説明する。「等加速度曲線」特性は、図 6 (a) にあらわされるような加工時間と移動速度との関係を有する。加工時間が t_0 から t_5 までの区間は、加速区間として被加工物 2 あるいは工具 3 の移動速度が V_0 から V_3 まで増加するように設定される。図 6 (a) に示された「等加速度曲線」特性にしたがって被加工物 2 あるいは工具 3 の移動速度が制御された場合には、図 6 (b) に示されるように、被加工物 2 あるいは工具 3 の移動位置が変位することになる。図 6 (b) は、図 4 (b) 又は図 5 (b) と同様に、加工時間と移動位置変位との関係をあらわす線図である。たとえば等速で回転している被加工物 2 の加工 (切削) 部分の外径が徐々に大きくなる場合には、被加工物 2 の周速度も大きくなり、工具 3 の移動速度が一定であると、被加工物 2 と工具 3 との相対移動速度が大きくなり、工具 3 による加工 (切削) 速度が変化することになる。このように、被加工物 2 の加工 (切削) 位置における外径が変化する場合、この外径の変化に合わせた「等加速度曲線」特性にしたがって工具 3 の移動速度を制御することにより、すなわち被加工物 2 の中心に行くにしたがって加工 (切削) 速度が低下することに対して、工具 3 の移動速度を遅くすることにより、加工を良好に保つことが可能となる。

【0028】なお、上述した、加工時間の t_1 、 t_2 、 t

t_3 、 t_4 、 t_5 及び移動速度の V_1 、 V_2 、 V_3 は、被加工物 2 の材質、加工形状、工具 3 の種類、加工の種類等に応じて適宜設定されることになる。

【0029】インターフェース部 28 は、後述するように CPU 22 にて確定された被加工物 2 の移動位置をあらわすことになる被加工物位置指令信号を被加工物移動用モータ駆動部 18 に出力する、同じく CPU 22 にて確定された工具 3 の移動位置をあらわすことになる工具位置指令信号を工具移動用モータ駆動部 15 に出力する、CPU 22 にて演算されて確定される主軸の回転速度をあらわすことになる主軸回転速度指令信号を主軸回転用モータ駆動部 12 に出力する、及び、各パルスエンコーダ 13、16、19 から出力された回転検出信号を CPU 22、カウント部 23 に入力するための信号入出力部である。RAM 29 は、CPU 22 における各種演算の結果を読み出し可能に一時的に記憶するように構成されている。

【0030】次に、図 7 に基づいて、CPU 22 (制御ユニット部 21) における工具位置指令信号及び被加工物位置指令信号の出力処理動作を説明する。なお、主軸回転速度指令信号の出力処理動作等の他の処理動作は、公知である従前の工作機械のものと同様であり、その説明を省略する。

【0031】CPU 22 は、まず、S101 にて、カウント部 23 における、パルスエンコーダ 13 から出力された回転検出信号の発生回数の計数したカウント値を読み込む。続く、S103 にて、CPU 22 は、読み込んだカウント値から主軸回転用モータ 11 (主軸) の累積回転数 (θ) を算出して、S105 に進む。S105 では、算出した累積回転数 (θ) が位置データテーブル T にて設定された累積回転数 (θ) に到達したか否かを判断する。算出した累積回転数 (θ) が位置データテーブル T にて設定された累積回転数 (θ) に到達した場合には (S105 で「Yes」)、S107 に進む。算出した累積回転数 (θ) が位置データテーブル T にて設定された累積回転数 (θ) に到達していない場合には (S105 で「No」)、S101 にリターンする。

【0032】S107 に進むと、CPU 22 は、位置データテーブル T から、到達した累積回転数 (θ) における被加工物 2 の移動位置 (Z_p) 及び工具 3 の移動位置 (X_p) と、次に到達する累積回転数 (θ) における被加工物 2 の移動位置 (Z_p) 及び工具 3 の移動位置 (X_p) を読み込む。続く、S109 では、CPU 22 は、位置データテーブル T の補助動作指令にて設定されている到達した累積回転数 (θ) から次に到達する累積回転数 (θ) までの移動速度特性を読み込み、対応する移動速度特性を移動速度特性記憶部 27 (ROM 26) から読み出す。したがって、たとえば図 3 に示された位置データテーブル T において、累積回転数 (θ) が「200」に到達したときには、累積回転数 (θ) が「20

0」であるときの被加工物2の移動位置(Z_p)として「1」及び工具3の移動位置(X_p)として「2」が読み出され、また、次に到達する累積回転数(θ)として、累積回転数(θ)が「350」であるときの被加工物2の移動位置(Z_p)として「3」及び工具3の移動位置(X_p)として「2」が読み出されることになる。更に、累積回転数(θ)が「200」から「350」までの間の被加工物2及び工具3の移動速度特性として「サイン曲線」特性も読み出されることになる。

【0033】S107及びS109にて、被加工物2の移動位置(Z_p)、工具3の移動位置(X_p)及び移動速度特性が読み込まれると、S111に進み、CPU22は、所定の分割タイミング毎における被加工物2及び工具3の移動位置を確定する。被加工物2の移動位置は、以下のようにして確定される。到達した累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Z_p)を始点とし、次に到達する累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Z_p)を終点として、始点から終点までの間の被加工物2の移動位置を位置データテーブルTに設定された移動速度特性にしたがって変位するように、分割カウンタ/タイマー部24にて生成されて出力された4ミリ秒周期のタイミング信号に基づいて、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における被加工物2の移動位置が夫々確定され、RAM29に一時的に記憶される。たとえば、図3に示された位置データテーブルTにおいて、累積回転数(θ)が「350」であるときの被加工物2の移動位置(Z_p)の「3」を始点とし、累積回転数(θ)が「600」であるときの被加工物2の移動位置(Z_p)の「7」を終点として、「3」から「7」までの間を図5に示された「等速度曲線」特性にしたがって被加工物2が移動するように、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における被加工物2の移動位置が夫々確定されることになる。

【0034】また、工具3の移動位置は、以下のようにして確定される。到達した累積回転数(θ)における工具3の移動位置(X_p)を始点とし、次に到達する累積回転数(θ)における工具3の移動位置(X_p)を終点として、始点から終点までの間の工具3の移動位置を位置データテーブルTに設定された移動速度特性にしたがって変位するように、分割カウンタ/タイマー部24にて生成されて出力された4ミリ秒周期のタイミング信号に基づいて、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における工具3の移動位置が夫々確定される。たとえば、図3に示された位置データテーブルTにおいて、累積回転数(θ)が「350」であるときの工具3の移動位置(X_p)の「2」を始点とし、累積回転数(θ)が「600」であるときの工具3の移動位置(X_p)の「4」を終点として、「2」から「4」までの間を図5に示された「等速度曲線」特性にしたがって工具3が移動するように、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における工具3

の移動位置が夫々確定されることになる。

【0035】4ミリ秒周期の分割タイミング毎における被加工物2及び工具3の移動位置が確定されてRAM29に記憶されると、S113に進み、CPU22は、確定されてRAM29に記憶された被加工物2の移動位置をあらわすことになる被加工物位置指令信号を被加工物移動用モータ駆動部18に出力すると共に、確定されてRAM29に記憶された工具3の移動位置をあらわすことになる工具位置指令信号を工具移動用モータ駆動部15に出力する。被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号は、パルスエンコーダ13から出力された回転検出信号に対応して出力される。詳細には、パルスエンコーダ13から出力された回転検出信号に基づいて、主軸回転用モータ11(主軸)の回転角度が、主軸回転用モータ11(主軸)の回転速度が一定である場合における4ミリ秒間の主軸回転用モータ11(主軸)の回転角度に到達したか否かが判断されて、主軸回転用モータ11(主軸)の回転角度が、4ミリ秒間の主軸回転用モータ11(主軸)の回転角度に到達したときに、被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が出力される。

【0036】その後、S115にて、S111において確定された被加工物2及び工具3の移動位置のうちの最終の移動位置に対応する被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が出力されたか否かが判断される。最終の移動位置に対応する被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が出力されていない場合には(S115で「No」)、S113にリターンされて、主軸回転用モータ11(主軸)の回転角度が、上述した4ミリ秒間の主軸回転用モータ11(主軸)の回転角度に到達する毎に、被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が順次出力されることになる。最終の移動位置に対応する被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が出力された場合には(S115で「Yes」)、リターンし、S101に戻る。

【0037】このように、本実施形態によれば、工作機械1は、パルスエンコーダ13を備えると共に、制御ユニット部21に、カウント部23、位置データ記憶部25、移動速度特性記憶部27(ROM26)及び移動位置確定手段としてのCPU22を備えており、特に、CPU22が、カウント部23にてカウントされるパルスエンコーダ13の回転検出信号に基づいて算出される主軸回転用モータ11(主軸)の累積回転数(θ)が位置データ記憶部25における位置データテーブルTに設定された累積回転数(θ)に到達する毎に、到達した累積回転数(θ)と次に到達する累積回転数(θ)とに対応する位置データとして、被加工物2の移動位置(Z_p)及び工具3の移動位置(X_p)を位置データ記憶部25(位置データテーブルT)から読み出し、また、到達した累積回転数(θ)と次に到達する累積回転数(θ)との間の移動速度特性を位置データテーブルTにおける補

助動作指令にしたがって移動速度特性記憶部27から読み出す。その後CPU22は、到達した累積回転数(θ)を始点とすると共に次に到達する累積回転数(θ)を終点として始点と終点との間を所定のタイミングにて分割して、読み出された被加工物2の移動位置(Zp)及び工具3の移動位置(Xp)及び移動速度特性に基づいて分割された夫々のタイミングにおける、被加工物2及び工具3の移動位置を確定するので、始点(到達した累積回転数(θ))と終点(次に到達する累積回転数(θ))との間に対応する加工形状を直線区間として近似することになる。

【0038】したがって、位置データ記憶部25(位置データテーブルT)には上述した始点と終点に対応する被加工物2の移動位置(Zp)及び工具3の移動位置(Xp)を記憶させておけばよいので、上述した従来の技術のように、加工形状に関わる多数の位置データを全て記憶する必要はなく、位置データ記憶手段における位置データの記憶容量を大幅に削減することができる。また、位置データ記憶記憶部(位置データテーブルT)には、被加工物2及び工具3の移動位置をあらわす位置データとしての被加工物2の移動位置(Zp)及び工具3の移動位置(Xp)が記憶されているので、上述した従来の技術のように、リンク機構、長さ調節機構等を考慮するための演算が必要なく、分割された夫々のタイミングにおける、被加工物2及び工具3の移動位置を速やかに確定することができる。

【0039】更に、始点と終点との間に対応する加工形状を直線区間として近似して、この直線区間内における被加工物2及び工具3の移動速度が移動速度特性記憶部27(ROM26)に記憶された移動速度特性にしたがって制御されるので、被加工物2の始点と終点との間に対応する部分を加工するときに、被加工物2及び工具3の移動速度を移動速度特性に基づいて適切に変化させることが可能となり、工具3による被加工物2の加工精度を向上することができる。

【0040】また、CPU22が、パルスエンコーダ13から出力された回転検出信号に基づいて、主軸回転用モータ11(主軸)の回転角度が、4ミリ秒間の主軸回転用モータ11(主軸)の回転角度に到達したと判断されたときに、確定した被加工物2及び工具3の移動位置を、指令データとしての被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号として、被加工物移動用モータ駆動部18及び工具移動用モータ駆動部15に出力するので、被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号は、主軸回転用モータ11(主軸)の回転に対応して順次夫々のモータ駆動部に出力されることになる。このため、たとえば、主軸回転用モータ11(主軸)の回転に変動が生じた場合においても、この回転変動を加味した状態で確定した被加工物2及び工具3の移動位置が被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号として被加工物移動用モータ駆

動部18及び工具移動用モータ駆動部15に出力されることになる。この結果、工具3による被加工物2の加工精度をより一層向上することができる。

【0041】次に、図9に基づいて、CPU22(制御ユニット部21)における工具位置指令信号及び被加工物位置指令信号の出力処理動作の変形例を説明する。図7に示された出力処理動作と図9に示された変形例としては、工具位置指令信号及び被加工物位置指令信号の出力の仕方に関して相違している。

【0042】CPU22は、まず、S201にて、カウンタ部23における、パルスエンコーダ13から出力された回転検出信号の発生回数の計数したカウント値を読み込む。続く、S203にて、CPU22は、読み込んだカウント値から主軸回転用モータ11(主軸)の累積回転数(θ)を算出して、S205に進む。S205では、算出した累積回転数(θ)が位置データテーブルTにて設定された累積回転数(θ)に到達したか否かを判断する。算出した累積回転数(θ)が位置データテーブルTにて設定された累積回転数(θ)に到達した場合には(S205で「Yes」)、S207に進む。算出した累積回転数(θ)が位置データテーブルTにて設定された累積回転数(θ)に到達していない場合には(S205で「No」)、S201にリターンする。

【0043】S207に進むと、CPU22は、位置データテーブルTから、到達した累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Zp)及び工具3の移動位置(Xp)と、次に到達する累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Zp)及び工具3の移動位置(Xp)を読み込む。続く、S209では、CPU22は、位置データテーブルTの補助動作指令にて設定されている到達した累積回転数(θ)から次に到達する累積回転数(θ)までの移動速度特性を読み込み、対応する移動速度特性を移動速度特性記憶部27(ROM26)から読み出す。

【0044】S207及びS209にて、被加工物2の移動位置(Zp)、工具3の移動位置(Xp)及び移動速度特性が読み込まれると、S211に進み、CPU22は、所定の分割タイミング毎における被加工物2及び工具3の移動位置を確定する。被加工物2の移動位置は、以下のようにして確定される。到達した累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Zp)を始点とし、次に到達する累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Zp)を終点として、始点から終点までの間の被加工物2の移動位置を位置データテーブルTに設定された移動速度特性にしたがって変位するように、分割カウンタ/タイマー部24にて生成されて出力された4ミリ秒周期のタイミング信号に基づいて、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における被加工物2の移動位置が夫々確定される。また、到達した累積回転数(θ)における工具3の移動位置(Zp)を始点とし、次に到達す

る累積回転数 (θ) における工具 3 の移動位置 (Zp) を終点として、始点から終点までの間の工具 3 の移動位置を位置データテーブル T に設定された移動速度特性にしたがって変位するように、分割カウンタ/タイマー部 24 にて生成されて出力された 4 ミリ秒周期のタイミング信号に基づいて、4 ミリ秒周期の分割タイミング毎における工具 3 の移動位置が夫々確定されて、RAM 29 に記憶される。

【0045】4 ミリ秒周期の分割タイミング毎における被加工物 2 及び工具 3 の移動位置が確定されて RAM 29 に記憶されると、S213 に進み、CPU 22 は、確定されて RAM 29 に記憶された被加工物 2 の移動位置をあらわすことになる被加工物位置指令信号を被加工物移動用モータ駆動部 18 に出力すると共に、確定されて RAM 29 に記憶された工具 3 の移動位置をあらわすことになる工具位置指令信号を工具移動用モータ駆動部 15 に出力する。

【0046】続いて S215 に進むと、分割カウンタ/タイマー部 24 におけるタイマー ΔT を 0 ミリ秒にリセットして、S217 に進む。S217 では、S211 において確定された被加工物 2 及び工具 3 の移動位置のうちの最終の移動位置に対応する被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が出力されたか否かが判断される。最終の移動位置に対応する被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が出力された場合には (S217 で「Yes」)、リターンし、S201 に戻る。最終の移動位置に対応する被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が出力されていない場合には (S217 で「No」)、S219 に進み、分割カウンタ/タイマー部 24 におけるタイマー ΔT の計時が開始される。

【0047】続く S221 では、分割カウンタ/タイマー部 24 におけるタイマー ΔT が 4 ミリ秒に達したか否かが判断される。タイマー ΔT が 4 ミリ秒に達していない場合には (S221 で「No」)、リターンして、タイマー ΔT の計時が継続されることになる。タイマー ΔT が 4 ミリ秒に達した場合には (S221 で「Yes」)、S213 にリターンして、CPU 22 は、被加工物 2 の 4 ミリ秒経過後の移動位置をあらわすことになる被加工物位置指令信号を被加工物移動用モータ駆動部 18 に出力すると共に、工具 3 の 4 ミリ秒経過後の移動位置をあらわすことになる工具位置指令信号を工具移動用モータ駆動部 15 に出力する。これにより、最終の移動位置に対応する被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が出力されるまでの間、4 ミリ秒周期にて、被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号が順次出力されることになる。

【0048】図 9 に示された変形例においても、上述した実施形態と同様に、位置データ記憶手段における位置データの記憶容量を大幅に削減することができ、また、分割された夫々のタイミングにおける、被加工物 2 及び

工具 3 の移動位置を速やかに確定することができる。更に、被加工物 2 の始点と終点との間に対応する部分を加工するときに被加工物 2 及び工具 3 の移動速度を移動速度特性に基づいて適切に変化させることが可能となり、工具 3 による被加工物 2 の加工精度を向上することができる。

【0049】また、CPU 22 は、分割カウンタ/タイマー部 24 におけるタイマー ΔT にて 4 ミリ秒計時される毎に、確定した被加工物 2 及び工具 3 の移動位置を、指令データとしての被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号として、被加工物移動用モータ駆動部 18 及び工具移動用モータ駆動部 15 に出力するので、被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号は、4 ミリ秒周期の分割タイミングにて順次夫々のモータ駆動部に出力されることになる。このため、確定した被加工物 2 及び工具 3 の移動位置を被加工物位置指令信号及び工具位置指令信号として夫々のモータ駆動部に出力し得る構成を極めて簡易なもので実現可能となる。

【0050】次に、図 10 に基づいて、加工形状における曲線部分の直線近似について説明する。まず、曲線部分を、曲線部分の曲率中心回りに所定の分割角度毎に分割する。図 10 においては、曲線部分 D が分割された曲線部分 D1、D2、D3 に分割されている。分割された曲線部分の両端の 2 点、たとえば分割された曲線部分 D2 の両端の点 d2 と点 d3 を結ぶ直線 L1 と、分割された曲線部分における接線、たとえば分割された曲線部分 D2 における接線 L2 との間隔 ϵ_1 が、所定値 ϵ_0 以下となるように、間隔 ϵ_1 が所定値 ϵ_0 より大きい場合には、分割角度を小さくして、曲線部分の分割数を増やす。所定値 ϵ_0 は、曲線部分の加工精度及び加工時間等に基づいて設定される。

【0051】加工形状に上述したような曲線部分が存在する場合には、図 3 に示された位置データテーブル T において、被加工物 2 の移動位置 (Zp) 及び工具 3 の移動位置 (Xp) が設定されることになる主軸回転用モータ 11 (主軸) の累積回転数 (θ) を、分割された曲線部分における接線と分割された曲線部分の両端の 2 点を結ぶ直線との間隔が所定値 ϵ_0 以下となる分割位置、たとえば図 10 において点 d1、点 d2、点 d3、点 d4 に対応する累積回転数 (θ) として規定して、上述した分割位置における被加工物 2 の移動位置 (Zp) 及び工具 3 の移動位置 (Xp) を設定することにより、被加工物 2 の加工形状に曲線部分が存在する場合においても、始点と終点との間に対応する加工形状を直線区間として近似することが可能となり、分割された直線区画毎に移動速度特性が設定することができる。この結果、工具 3 の目標移動位置に対する位置ずれ (切削残り又は過剰切削等) が抑制されることになり、曲線部分においても加工精度を犠牲にすることなく良好に被加工物 2 を加工することができる。

10

20

30

40

50

【0052】なお、本実施形態においては、被加工物2及び工具3を移動可能として、被加工物2の移動位置及び工具3の移動位置を確定するように構成しているが、これに限られることなく、被加工物2のみを移動可能として、被加工物2の移動位置を確定するように構成してもよく、また、工具3のみを移動可能として、工具3の移動位置を確定するように構成してもよい。

【0053】また、本実施形態においては、制御ユニット部21にカウント部23及び分割カウンタ/タイマー部24を設けるように構成しているが、カウント部23及び分割カウンタ/タイマー部24をソフトウェアカウンタにて構成するようにしてもよい。

【0054】また、本実施形態においては、ROM26の一部に移動速度特性記憶部27を設けるように構成しているが、これに限られることなく、ROM26とは独立して移動速度特性記憶部27を設けるように構成してもよく、移動速度特性記憶部27としてRAMに夫々の移動速度特性を記憶させるようにしてもよい。

【0055】また、図7又は図9に示されたCPU22(制御ユニット部21)における工具位置指令信号及び被加工物位置指令信号の出力処理動作においては、一度、到達した累積回転数(θ)における移動位置を始点とし、次に到達する累積回転数(θ)における移動位置を終点として、始点から終点までの間の移動位置を所定の分割タイミング毎に確定させる演算を行い、その後、順次確定した移動位置をあらわす指令信号を出力するようになっているが、所定の分割タイミング毎における移動位置を確定させるための演算を、指令信号を出力するタイミング毎に行うようにしてもよい。この場合には、始点から終点までの間の移動位置を所定の分割タイミング毎に確定させる演算の結果をRAM29に記憶する必要がなくなり、RAM29のメモリー容量を削減できるという効果を奏することになる。

【0056】また、本実施形態においては、制御ユニット部21に分割カウンタ/タイマー部24を設けるように構成しているが、分割カウンタ/タイマー部24を設けることなく、到達した累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Z_p)を始点とすると共に、次に到達する累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Z_p)を終点として、この始点から終点までの間をパルスエンコーダ13からの回転検出信号に基づいて分割して、パルスエンコーダ13からの回転検出信号に基づいて分割された夫々のタイミングにおける被加工物2及び工具3の移動位置を確定するようにしてもよい。

【0057】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明にあっては、基準タイミング信号発生手段、基準タイミング信号カウント手段、位置データ記憶手段、移動速度特性記憶手段及び移動位置確定手段を備えており、特に、移動位置確定手段が、基準タイミング信号カウント手段

にてカウントされる基準タイミング信号の発生回数がカウント値に到達する毎に、到達したカウント値と次に到達するカウント値とに対応する位置データを位置データ記憶手段から読み出すと共に、到達したカウント値と次に到達するカウント値との間に対応する移動速度特性を移動速度特性記憶手段から読み出し、到達したカウント値と次に到達するカウント値との間を所定のタイミングにて分割して、読み出された位置データ及び移動速度特性に基づいて分割された夫々のタイミングにおける、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動位置を確定するので、到達したカウント値を始点として、また、次に到達するカウント値を終点として、この始点と終点との間に対応する加工形状を直線区間として近似することになる。したがって、位置データ記憶手段には上述した始点(到達したカウント値)と終点(次に到達するカウント値)に対応する位置データを記憶させておけばよいので、上述した従来の技術のように、加工形状に関わる多数の位置データを全て記憶する必要はなく、位置データ記憶手段における位置データの記憶容量を大幅に削減することができる。また、位置データ記憶手段には、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動位置をあらわす位置データが記憶されているので、上述した従来の技術のように、リンク機構、長さ調節機構等を考慮するための演算が必要なく、分割された夫々のタイミングにおける、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動位置を速やかに確定することができる。

【0058】更に、本発明にあっては、上述したように、始点と終点との間に対応する加工形状を直線区間として近似して、この直線区間内における被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動速度が移動速度特性記憶手段に記憶された移動速度特性にしたがって制御されるので、被加工物の始点と終点との間に対応する部分を加工するときに、被加工物及び工具のうちの少なくともいずれか一方の移動速度を移動速度特性に基づいて適切に変化させることが可能となり、工具による被加工物の加工精度を向上することができる。

【0059】これらの結果、本発明によれば、位置データの記憶容量を増加させることなく、工具による被加工物の加工精度を向上することが可能な工作機械の駆動制御装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る工作機械の駆動制御装置を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態に係る工作機械の駆動制御装置における、被加工物の加工動作の一例を説明するための図である。

【図3】本発明の実施形態に係る工作機械の駆動制御装置に含まれる、位置データテーブルの構成を説明するための図表である。

10

30

40

50

21

【図4】移動速度特性の一例を説明するための線図であり、(a)は加工時間と移動速度との関係を示す線図であり、(b)は加工時間と移動位置の変位との関係を示す線図である。

【図5】移動速度特性の一例を説明するための線図であり、(a)は加工時間と移動速度との関係を示す線図であり、(b)は加工時間と移動位置の変位との関係を示す線図である。

【図6】移動速度特性の一例を説明するための線図であり、(a)は加工時間と移動速度との関係を示す線図であり、(b)は加工時間と移動位置の変位との関係を示す線図である。

【図7】本発明の実施形態に係る工作機械の駆動制御装置に含まれる、制御ユニット部における工具位置指令信号及び被加工物位置指令信号の出力動作処理を説明するためのフローチャートである。

【図8】本発明の実施形態に係る工作機械の駆動制御装置における、被加工物の加工動作の一例を説明するための線図であり、(a)は被加工物の移動位置の軌跡（Z軸方向の移動位置の軌跡）を示す線図、(b)は工具の

22

移動位置の軌跡（X軸方向の移動位置の軌跡）を示す線図、(c)は被加工物の加工形状を示す線図である。

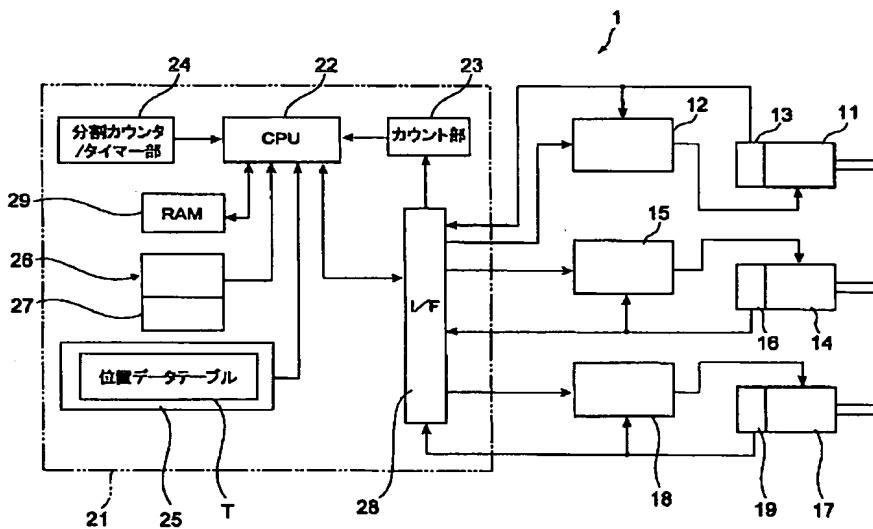
【図9】本発明の実施形態に係る工作機械の駆動制御装置に含まれる、制御ユニット部における工具位置指令信号及び被加工物位置指令信号の出力動作処理の変形例を説明するためのフローチャートである。

【図10】加工形状における曲線部分の直線近似について説明するための線図である。

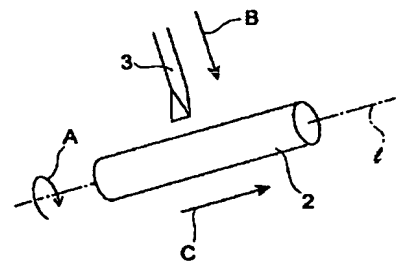
【符号の説明】

1…工作機械、2…被加工物、3…工具、11…主軸回転用モータ、12…主軸回転用モータ駆動部、13…パルスエンコーダ、14…工具移動用モータ、15…工具移動用モータ駆動部、16…パルスエンコーダ、17…被加工物移動用モータ、18…被加工物移動用モータ駆動部、19…パルスエンコーダ、21…制御ユニット部、23…カウンタ部、24…分割カウンタ/タイマー部、25…位置データ記憶部、26…ROM、27…移動速度特性記憶部、28…インターフェース部、29…RAM、T…位置データテーブル。

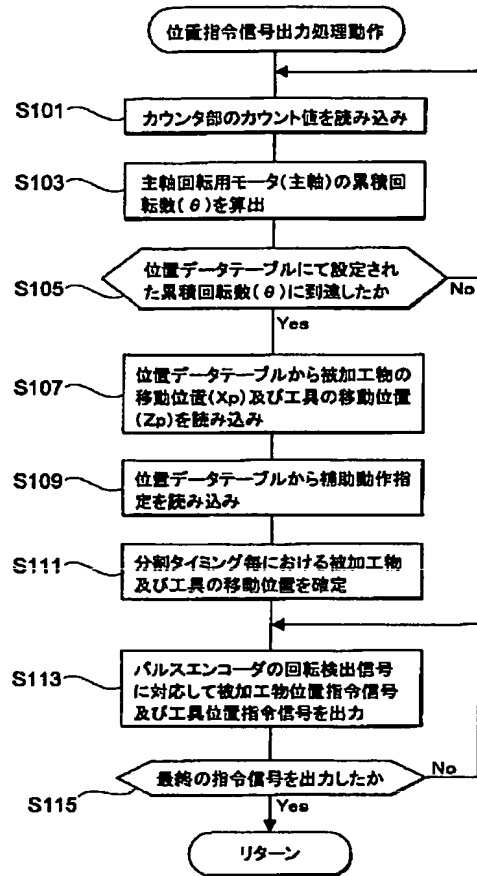
【図1】



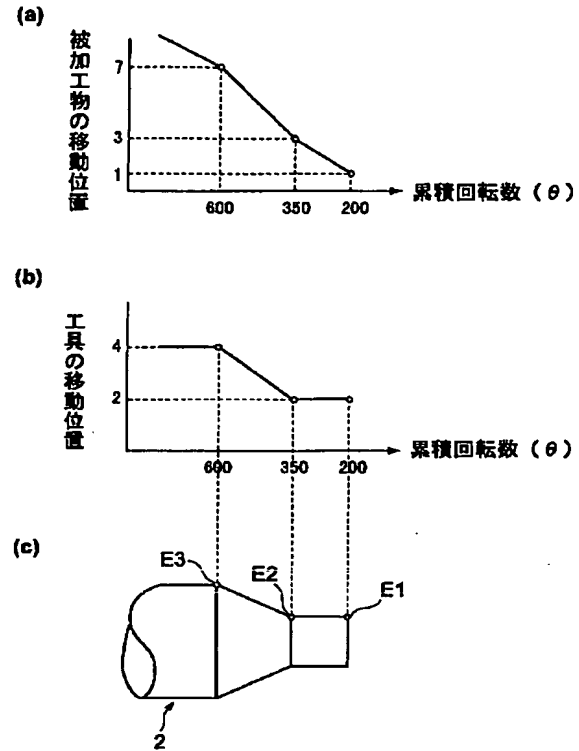
【図2】



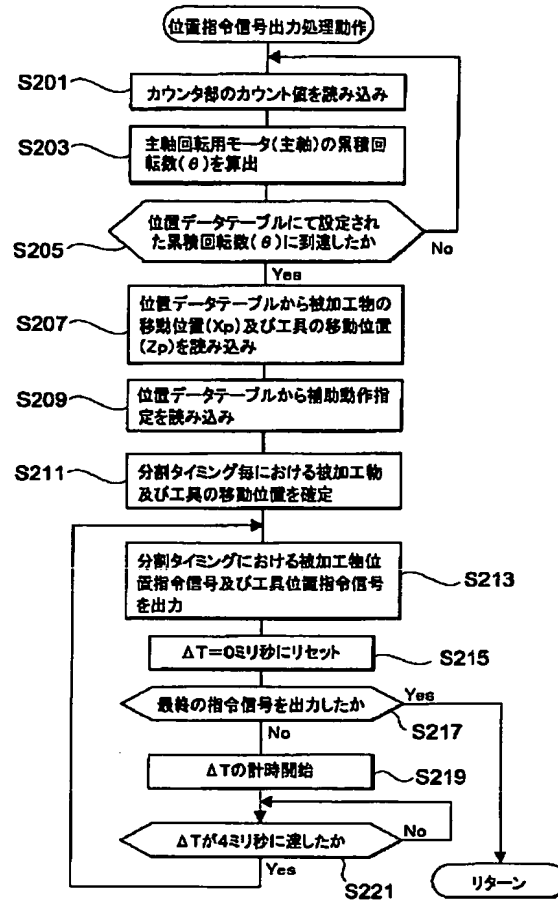
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H269 AB02 BB01 BB03 CC01 CC18
 EE01 EE11 GG01 GG08 JJ02
 JJ06 NN01 NN08 QB15 RB03
 RB12 RB17
 5H303 AA01 BB03 BB08 DD01 EE03
 EE07 FF06 HH05 KK02 KK14

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第2部門第3区分
 【発行日】平成14年7月30日(2002.7.30)

【公開番号】特開2001-170843 (P2001-170843A)
 【公開日】平成13年6月26日(2001.6.26)
 【年通号数】公開特許公報13-1709
 【出願番号】特願平11-359316
 【国際特許分類第7版】

B23Q 15/00
 G05B 19/4103
 G05D 3/00
 3/12 306

【FI】

B23Q 15/00 K
 G05B 19/4103 J
 G05D 3/00 Q
 3/12 306 R

【手続補正書】

【提出日】平成14年5月10日(2002.5.10)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正内容】

【0033】S107及びS109にて、被加工物2の移動位置(Zp)、工具3の移動位置(Xp)及び移動速度特性が読み込まれると、S111に進み、CPU22は、所定の分割タイミング毎における被加工物2及び工具3の移動位置を確定する。被加工物2の移動位置は、以下のようにして確定される。到達した累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Zp)を始点とし、次に到達する累積回転数(θ)における被加工物2の移動位置(Zp)を終点として、始点から終点までの間の被加工物2の移動位置を位置データテーブルTに設定された移動速度特性にしたがって変位するように、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における被加工物2の移動位置が夫々確定され、RAM29に一時的に記憶される。たとえば、図3に示された位置データテーブルTにおいて、累積回転数(θ)が「350」であるときの被加工物2の移動位置(Zp)の「3」を始点とし、累積回転数(θ)が「600」であるときの被加工物2の移動位置(Zp)の「7」を終点として、「3」から「7」までの間を図5に示された「等速度曲線」特性にしたがって被加工物2が移動するように、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における被加工物2の移動位置が夫々確定されることになる。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正内容】

【0034】また、工具3の移動位置は、以下のようにして確定される。到達した累積回転数(θ)における工具3の移動位置(Xp)を始点とし、次に到達する累積回転数(θ)における工具3の移動位置(Xp)を終点として、始点から終点までの間の工具3の移動位置を位置データテーブルTに設定された移動速度特性にしたがって変位するように、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における工具3の移動位置が夫々確定される。たとえば、図3に示された位置データテーブルTにおいて、累積回転数(θ)が「350」であるときの工具3の移動位置(Xp)の「2」を始点とし、累積回転数(θ)が「600」であるときの工具3の移動位置(Xp)の「4」を終点として、「2」から「4」までの間を図5に示された「等速度曲線」特性にしたがって工具3が移動するように、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における工具3の移動位置が夫々確定されることになる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正内容】

【0044】S207及びS209にて、被加工物2の移動位置(Zp)、工具3の移動位置(Xp)及び移動速度特性が読み込まれると、S211に進み、CPU22は、所定の分割タイミング毎における被加工物2及び工具3の移動位置を確定する。被加工物2の移動位置

は、以下のようにして確定される。到達した累積回転数 (θ) における被加工物2の移動位置 (Z_p) を始点とし、次に到達する累積回転数 (θ) における被加工物2の移動位置 (Z_p) を終点として、始点から終点までの間の被加工物2の移動位置を位置データテーブルTに設定された移動速度特性にしたがって変位するように、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における被加工物2の移動位置が夫々確定される。また、到達した累積回転数 (θ) における工具3の移動位置 (Z_p) を始点とし、次に到達する累積回転数 (θ) における工具3の移動位置 (Z_p) を終点として、始点から終点までの間の工具3の移動位置を位置データテーブルTに設定された移動速度特性にしたがって変位するように、4ミリ秒周期の分割タイミング毎における工具3の移動位置が夫々確定されて、RAM29に記憶される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正内容】

【0055】また、図7又は図9に示されたCPU22

(制御ユニット部21)における工具位置指令信号及び被加工物位置指令信号の出力処理動作においては、一度、到達した累積回転数 (θ) における移動位置を始点とし、次に到達する累積回転数 (θ) における移動位置を終点として、始点から終点までの間の移動位置を所定の分割タイミング毎に確定させる演算を行い、その後、順次確定した移動位置をあらわす指令信号を出力するようになっているが、所定の分割タイミング毎における移動位置を確定させるための演算を、指令信号を出力するタイミング毎に行うようにしてもよい。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0056

【補正方法】変更

【補正内容】

【0056】この場合には、始点から終点までの間の移動位置を所定の分割タイミング毎に確定させる演算の結果をRAM29に記憶する必要がなくなり、RAM29のメモリ容量を削減できるという効果を奏することになる。